

валуна два трубопровода контактируют друг с другом. Напряжение основного трубопровода увеличивается с деформацией защитного трубопровода. Область высоких напряжений появляется вблизи вмятины защитного трубопровода. По мере снятия нагрузки от валуна сохраняются постоянные пластические деформации в стенке основного и защитного трубопроводов. Тем не менее, размер вмятины основного трубопровода меньше, чем вмятина защитного трубопровода.

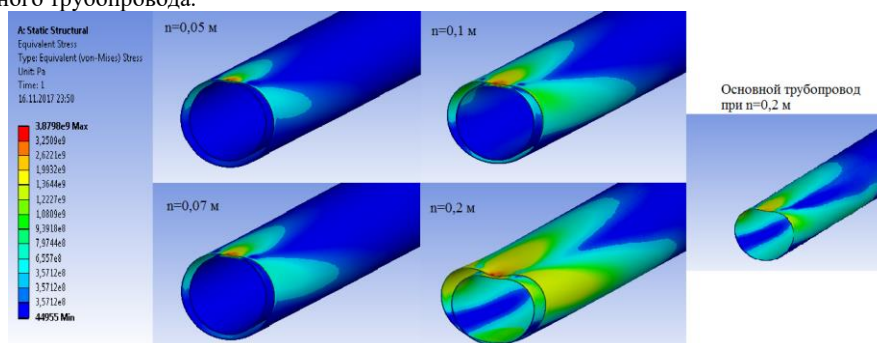


Рис. 4 Распределение напряжений на трубопроводе с защитным устройством

Таким образом, в данной работе исследуется анализ отказов трубопроводов в процессе их строительства. Вмятины являются частыми причинами отказа трубопроводов, проложенных методом наклонно-направленного бурения. В работе произведено моделирование процесса образования вмятины. Результаты показывают, что распределение высоких напряжений происходит вдоль осевого и окружного направлений под нагрузкой валуна, а максимальные эквивалентные пластические деформации появляются в центре вмятины. Чтобы уменьшить вероятность отказа и увеличить срок службы трубопровода, было подобрано защитное устройство для предотвращения повреждений. Защитное устройство может эффективно защищать трубопровод и предотвращать его повреждение.

Литература

1. Пат. 125238 РФ F14L9/18. Устройство для защиты трубопровода при протягивании в скважину / Деулин О.Ю., Богатырев А.П., Яковлев Э. З. – 2012142884/06. Заявлено 09.11.2012; Оpubл. 27.03.2013.
2. Liu X. et al. Mechanics analysis of pipe lifting in horizontal directional drilling //Journal of Natural Gas Science and Engineering. – 2016. – Т. 31. – С. 272-282.
3. Booman J., Kunert H., Otegui J. L. Loss of a 30 "directional crossing due to pipeline collapse during pullback //Engineering Failure Analysis. – 2013. – Т. 33. – С. 388-397.
4. Wang X., Sterling R. L. Stability analysis of a borehole wall during horizontal directional drilling //Tunnelling and Underground Space Technology. – 2007. – Т. 22. – №. 5-6. – С. 620-632.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГАЗОПРОВОДА-ОТВОДА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА

С. Н. Николаенко

Научный руководитель – профессор Бурков П. В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Основными источниками, раскрывающими теоретические основы напряженно-деформированного состояния трубопроводов (далее – НДС), явились работы Гаденина М.М., Махутова Н.А., Цепилова Г.В., Чибисова А.Ю., Иванова В.В. «Разработка автоматизированной системы мониторинга напряженно-деформированного состояния и остаточного срока эксплуатации трубопроводов» [1]; Цысса В.Г., Сергасовой М.Ю., Сергасова А. А. «Напряженно-деформированное состояние колебательно-изоляционных трубок в трубопроводных системах» [2]; Х. Мустабира, З. Азари, С. Харири, И. Дмитрака «Трехмерное Т-напряжение в определении направленной стабильности развития трещины в трубопроводе с внешней поверхностной трещиной» [3].

Расчет напряженно-деформированного состояния трубопроводных конструкций магистрального газопровода методами строительных материалов и строительной механики не позволяет произвести точный анализ и оценку НДС объектов транспортировки газа.

Интенсивное развитие получают численные методы, предоставляющие новые возможности значительного расширения класса и постановки решаемых задач за счет более полного учета реальных условий нагружения и свойств используемых материалов [4]. Метод конечных элементов (далее – МКЭ) получил наибольшее распространение среди численных методов решения поставленных задач, при этом минимум требований к исходной информации и оптимальная форма результатов являются бесспорными достоинствами МКЭ.

Программа Ansys, как и многие другие САЕ-продукты, для математического моделирования различных физических процессов, использует МКЭ. Данный метод сочетает в себе универсальность алгоритмов решения различных краевых задач с эффективностью компьютерной реализации вычислений [5].

Целью настоящей работы является исследование НДС трубопроводной обвязки газопровода-отвода с использованием программной системы конечно-элементного анализа (КЭ) Ansys и определение участков с потенциально опасными местами.

Первым этапом в проведении работы является построение математической модели трубопровода-отвода (рис. 1) в соответствии с нормативно-технической документацией СНиП 2.05.06-85* [6].

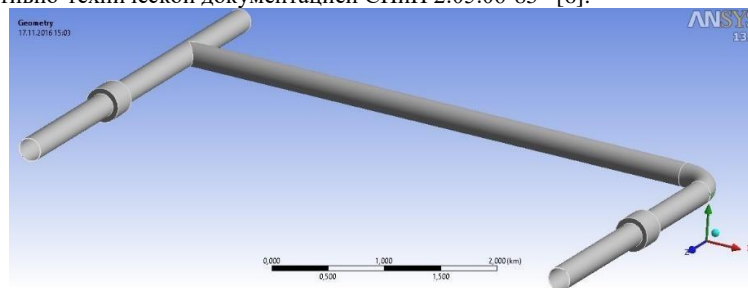


Рис. 1 Математическая модель трубопровода-отвода

Исходным объектом для применения МКЭ является материальное тело, которое разбивается на части – конечные элементы. В результате разбивки создается сетка из границ элементов (рис. 2), при этом точки пересечения этих границ образуют узлы. Сочетание всех конечных элементов и узлов является основной конечно-элементной моделью деформируемого тела.

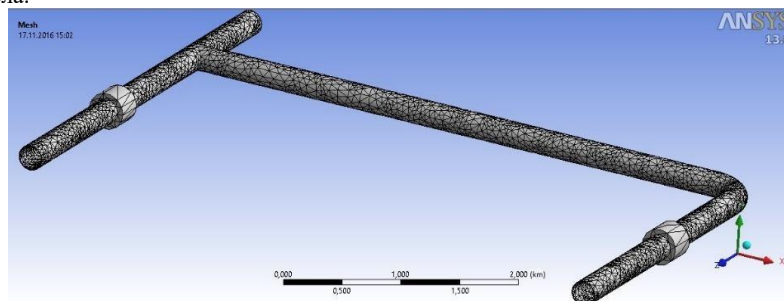


Рис.2 Модель с применением программной КЭ сетки

Напряженно-деформированное состояние трубопровода-отвода определяется характеристиками воздействующих на него нагрузок.

Все нагрузки на линейную часть газопровода подразделяются на постоянные и временные, при этом к постоянным нагрузкам относятся собственный вес газопровода, вес изоляционного покрытия и различных устройств, давление грунта, а также продольное напряжение в стенках трубы. В качестве длительной временной нагрузки в ходе настоящего исследования рассматривалось внутреннее давление.

В результате заданных эксплуатационных нагрузок был произведен расчет распределения средних значений главных напряжений на исследуемой модели газопровода (рис. 3).

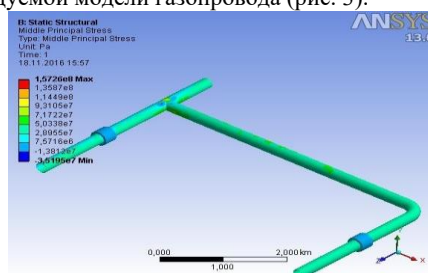


Рис. 3 Распределение средних значений главных напряжений

Согласно полученным расчетам, наибольшее НДС наблюдается в области тройника (рис. 4), но определенные напряжения и деформации являются допустимыми для данного материала и условий [6].

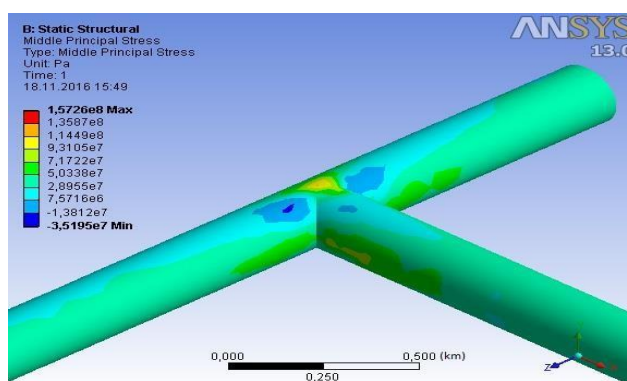


Рис. 4 Участок трубопровода с наибольшими значениями напряжений

Области с наибольшими значениями напряжений и деформаций являются допустимыми. Следовательно, трубопровод выдержит заданные эксплуатационные нагрузки.

Использование сетки КЭ с более мелким шагом делает возможным более детальное рассмотрение напряжения, чем при применении сетки с крупным шагом.

Полученные в ходе исследования НДС трубопроводной обвязки газопровода-отвода результаты позволяют определить участки с потенциально опасными местами и предпринять все необходимые меры для их устранения, повышая надежность трубопроводной системы.

Литература

1. Gadenin M. M. et al. Development of Automated System for Monitoring of Stress-Strain State and Residual Service Life of Pipelines //Research journal of pharmaceutical biological and chemical sciences. – 2015. – Т. 6. – №. 5. – С. 1318-1326.
2. Moustabchir H. et al. Numerical analysis of stress intensity factor and T-stress in pipeline of steel P264GH submitted to loading conditions //Journal of Theoretical and Applied Mechanics. – 2015. – Т. 53. – №. 3. – С. 665-672.
3. Moustabchir H. et al. Three-dimensional t-stress to predict the directional stability of crack propagation in a pipeline with external surface crack //Key Engineering Materials. – Trans Tech Publications, 2012. – Т. 498. – С. 31-41.
4. Рудаченко А.В., Саруев А. Л. Исследования напряженно деформированного состояния трубопроводов. – Томск: изд-во ТПУ, 2011 – 119 с.
5. Бруяка В.А., Фокин В.Г., Солдусова Е.А., Глазунова Н.А., Адеянов И.Е. Инженерный анализ в Ansys Workbench. – Самара: Самар. Гос. техн. ун-т, 2010. – 271 с.
6. СНиП 2.05.06-85*. Магистральные трубопроводы – 71 с.

ОБОСНОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ РЕНОВАЦИИ СКВАЖИН ПОДЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩ ГАЗА НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ КОЛЬМАТАНТА В ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЕ ПЛАСТА

Т.Д. Пономарев

Научный руководитель – доцент А.Г. Латыпов

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа. Россия

В процессах реновации скважин подземных хранилищ газа (ПХГ) с использованием жидкостей глушения скважин или промывочных жидкостей на основе дисперсных систем, включающих в себе твердую фазу в виде глинистых минералов, последние частично остаются в пористой структуре призабойной зоны пласта (ПЗП) и оказывают негативное влияние на ее эксплуатационные характеристики – снижают естественную производительность скважин из-за создания фильтрационных сопротивлений притоку газа. Теория устойчивости дисперсных систем показывает, что регулирование реологических свойств глинистых образований (кольматанта), загрязняющих ПЗП, возможно осуществить путем физико-химического воздействия как на структуру адсорбционных слоев глинистых минералов, так и на характер взаимодействия их между собой [1].

Выбор класса химических реагентов для реализации этой цели осуществляют после установления природы и структуры адсорбционных слоев поверхности глинистых минералов, полученных из области ПЗП. Исследование проб глинистых образований, например, полученных из ПЗП Канчуриноского подземного хранилища газа (Башкортостан) показывает на присутствие в их составе органических соединений, оказывающих коагулирующее действие на глинистую дисперсную систему. Спектральный анализ проб, экстрагированных четыреххлористым углеродом в инфракрасной области (ИК-спектроскопия), позволил установить, что в исследуемых спектрах, помимо валентных колебаний гидроксильных групп (ОН) в области от 3400 до 3700 см⁻¹, свидетельствующих о присутствии воды, наблюдаются валентные колебания алкильных групп (CH₃-CH₃) в области 2600 до 3000 см⁻¹, деформационные колебания групп [C(CH₃)₂] в области от 1370 до 1450 см⁻¹, валентные колебания двойных связей (C=O) в области